

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭55-155204

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/06  
// G 01 B 11/00

識別記号

庁内整理番号  
6923-2F  
6923-2F

⑬ 公開 昭和55年(1980)12月3日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

## ⑭ 膜厚測定装置

⑰ 特 願 昭54-62580

⑱ 出 願 昭54(1979)5月23日

⑲ 発 明 者 鈴木宏一  
東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号株式会社リコー内

⑲ 発 明 者 横森清

東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番  
6号

⑲ 代 理 人 弁理士 猪股清 外3名

## 明 細 書

発明の名称 膜厚測定装置

## 特許請求の範囲

1. 測定すべき膜の表面からの反射光量に基づいて表面位置の変位を検出する第1の光電式変位計と、前記膜の下面からの反射光量に基づいて下面位置の変位を検出する第2の光電式変位計と、これら第1および第2の光電式変位計の出力の差から膜の厚さを演算する演算器とから構成されていることを特徴とする膜厚測定装置。
2. 第1の光電式変位計については、膜が吸収する波長領域の光を利用し、第2の光電式変位計については、膜が透過する波長領域の光を利用することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜厚測定装置。
3. 第1および第2の光電式変位計は、測定すべき膜面にはほぼ垂直に対向させた光学ファイバ束を介して投光、受光することを特徴とする特許

請求の範囲第1項記載の膜厚測定装置。

4. 第1および第2の光電式変位計は、同一光源を共用することを特徴とする特許請求の範囲記載の膜厚測定装置。
5. 光学ファイバ束が、少なくとも投光側のファイバを共用する一体化されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の膜厚測定装置。

## 発明の詳細な説明

この発明は、非接触で膜厚を測定する膜厚測定装置に関する。

膜厚の測定方法としては、触針法を代表にした接触法と、光干渉法など光を利用したものを代表にした非接触法とに大別できる。このうち、非接触法は、被測定物にキズを発生させることがない、あるいは膜の製造工程中で比較的に高速に、かつ連続的に測定することができるなどの点で、接触法よりすぐれたものであるといえる。

しかし、そのような利点がある反面、従来の非

接触の膜厚測定装置には簡便性という面で、まだ改良されるべきことが多く残されている。たとえば光干渉法による装置の場合には、装置自体が複雑で、かつ精密な光学装置を主体とするため、高価であり、設置場所の制約を受け、あるいは試料の位置変動の影響を受けやすいなどの問題がある。

この発明は以上の点を考慮してなされたもので、比較的簡単な構成で、設置場所の制約を受けることなく、生産ライン上で連続的に測定することができる、非接触法による膜厚測定装置を提供するものである。

以下、添付図面を参照して、この発明について詳述する。

この発明は、測定すべき膜の表裏各面の位置の変位を検出し、それら検出データの差から膜の厚さを演算する点に基礎をおくが、第1図に示すように、変位の検出については2組の光電式変位計1、2が行ない、またそれによる検出データに基づく演算については演算器3が行なう。

2組の変位計1、2のプローブ $P_1$ 、 $P_2$ は試料X

(3)

このような第1および第2の変位計1、2の出力 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は演算器3に輸入され、基本的には両者の差から膜厚 $d$ を算出することになるが、演算器3にはプローブ $P_1$ 、 $P_2$ の特性や被膜Cの種類などに対する補正演算が含まれる。

なお、ここではプローブ $P_1$ 、 $P_2$ として光学ファイバ束を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではなく、光学レンズ系を介して実施することもできることは勿論である。

次に、この考案において用いる変位計1、2の原理について説明する。

第2図(a)はプローブPと反射面Rとの距離 $l$ における投光、受光の関係を示すモデル図で、反射光束のうち、斜線で示す部分のみが有効に受光される。また、同図(b)は距離 $l$ と光電流 $I$ との関係を示すもので、距離 $l$ を $l_0$ から増加していくと、光電流 $I$ は当初急激に増加しピークに達した後にはだだやかな傾斜をたどって減少する。

実用に供せられるのは、図中、直線部分 $\overline{AB}$ および $\overline{CD}$ の領域であるが、ピークに達する前の $\overline{AB}$

(5)

の被膜面にほぼ垂直に対向して固定されており、試料XにはベースBの上に透明な被膜Cがある(この被膜Cが測定すべき膜である)。

第1の変位計1は被膜Cの表面位置の変位を検出するもので、光学ファイバ束からなるプローブ $P_1$ 、光源 $L_1$ 、被膜Cの吸収領域の波長のみを透過させるフィルタ $F_1$ 、受光器 $D_1$ 、および光電流を増幅する増幅器 $A_1$ からなり、その出力 $\theta_1$ はプローブ $P_1$ と被膜Cの表面間の距離に対応している。一方、第2の変位計2は被膜Cの裏面位置の変位を検出するもので、第1の変位計1と同様に、プローブ $P_2$ 、光源 $L_2$ 、フィルタ $F_2$ および増幅器 $A_2$ からなるが、ここでフィルタ $F_2$ は被膜Cが透明である領域の任意の波長を透過させるもので、光源 $L_2$ および受光器 $D_2$ の分光特性によっては省略することもできる。また、増幅器 $A_2$ の出力 $\theta_2$ は、プローブ $P_2$ と被膜Cの下面間の距離に対応しているが、第1の変位計1の場合と異なり距離の実寸法を表わすものではない。この点、後述する変位計の原理説明において言及する。

(4)

領域は感度が高いので、ここではその領域を利用するが、 $\overline{CD}$ 領域を利用することもできるのは勿論である。

また第3図は被膜Cの下面の変位を検出する第2の変位計2に関する原理説明図である。

光学ファイバから投射される光束は、基本的にはファイバを構成する物質(その屈折率)によって定まる射出角 $\theta$ をもって拡がる。これは入射する場合も同じであり、入射角 $\theta$ 内の光束が有効となる。

ここで、試料XはベースBの上に厚さ $d$ の透明被膜Cがあり、その被膜Cの屈折率は $n$ であるものとする。なお、この例では空气中で測定を行なうので $n_0 = 1$ (空気の屈折率)とする。

ファイバ $P_{2-1}$ から射出される光束の外縁部の一本の光線についてみると、被膜Cがない場合あるいは屈折率 $n = 1$ の場合には、 $S_0$ では屈折することなく $R_1$ で反射し、 $S_1$ でも屈折することなく $T_1$ に入射する。ところが、被膜Cの屈折率 $n > 1$ の場合には、光線はスネルの法則にしたがって $S_0$ で屈

(6)

折し、被膜Cの下面 $R_2$ で反射した後、表面 $S_2$ で再び屈折して $T_2$ に入射する。

これは受光側ファイバ $P_{2-2}$ からみた場合、 $\overline{T_2 S_2}$ の延長線と被膜Cがない場合の光線 $S_0 R_1$ との交点 $R'_2$ を含む破線で示す位置に反射面がある場合に相当する。したがって、実寸法 $(d_0 + d)$ に対し、見掛けの寸法 $(d_0 + d')$ に相当する出力が第2の変位計2から得られ、2組の変位計1、2の出力の差からは見掛けの膜厚 $d'$ が求まることになる。

そこで、実際の膜厚 $d$ を求めるにはある演算が必要となるが、見掛けの膜厚 $d'$ から実際の膜厚 $d$ を求めるには、ファイバの射出角を $\theta$ 、被膜Cの屈折率を $n$ とし、スネルの法則の適用から、基本的には次式に関連づけることができる。

$$d = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{\cos \theta} \cdot d'$$

実際上は必ずしも光学定数 $\theta$ 、 $n$ を知る必要はなく、またわずかながら必ず伴なり被膜C表面での反射やわずかな吸収などを考慮すると、実際寸法が知れた他の試料を用いて校正して使用する

(7)

のどちらに対応するかの判定については、出力の最大値(ピーク値)の大小比較によってよい。

以上、この発明による膜厚測定装置においては、測定すべき膜の表面位置および裏面位置の各変位を2組の光電式変位計によって検出し、それら2組の変位計の出力に基づいて膜の厚さを求めるように構成しているため、装置全体の構成も比較的簡単であり、したがって設置場所の制約を受けることがなく、また検出部には光電式の変位計を用いているため、連続的に、かつ非接触での測定が行なえ、さらに測定すべき膜の表裏両面の位置の変位を検出するようにしているため、各変位計について特定のフィルタを用いることにより透明な膜についても計測できるという各種の効果がある。

#### 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の基本的構成を示す図、第2図および第3図はこの発明で用いる変位計の原理説明図、第4図および第5図はこの考案の変形例を示す図である。

(9)

のが実用的である。

なお、この発明については、以上のような実施例のほか、いくつかの変形例が考えられる。そのいくつかを次に説明する。

第4図はより実用的なプローブPの例であり、(a)は光源Lを共用し、2組の変位計1、2に対して1本の光学ファイバ束にまとめたものであり、また、(b)は投光、受光をそれぞれ共用し、しかも波長選択性のあるハーフミラーMを使用して試料からの反射光を分離するようにしたものである。

さらに第5図は受光器Dを共用する例であり、(a)はその概略構成図、(b)はそれに用いるフィルタ円板の図である。この例では、フィルタ $F_1$ 、 $F_2$ を装置した円板Jを回転させ、同期マーク $K_1$ 、 $K_2$ を検知器 $V_1$ 、 $V_2$ で検出しながら反射光を選択的に受光する。Qは一時記憶判別器、演算器などが含まれる処理装置である。なお、受光器Dの出力変化を同期信号として使えば、円板J上の同期マーク $K_1$ 、 $K_2$ およびそれを検出する検知器 $V_1$ 、 $V_2$ は不要になる。その場合、現在の出力がフィルタ $F_1$ 、 $F_2$

(8)

1…第1の光電式変位計、2…第2の光電式変位計、3…演算器、C…測定すべき膜

出願人代理人 猪 設 清

(10)

